

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-231361
 (43)Date of publication of application : 27.08.1999

(51)Int.Cl. G02F 1/35
 H01S 3/10

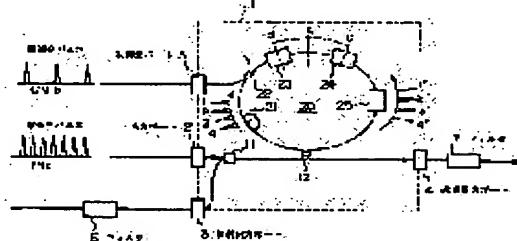
(21)Application number : 10-028693 (71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD
 (22)Date of filing : 10.02.1998 (72)Inventor : KUTSUZAWA SATOKO
 ARATAIRA SHIN
 OGAWA HIROSHI

(54) NONLINEAR LOOP MIRROR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a nonlinear loop mirror where an output optical pulse is determined by one output port and signal light having a stable intensity can be obtained.

SOLUTION: An inputted signal optical pulse is branched into two by a 2×2 photo coupler 12 and is inputted to a fiber loop mirror 20. Nonlinear mediums 23 and 24 are arranged on the loop mirror 20. A control optical pulse is inputted to the loop mirror and passes these nonlinear mediums to change the carrier density of mediums. Thus, the phase and the intensity of the signal optical pulse are changed, and interference in the photo coupler 12 is utilized to perform switching.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-231361

(43)公開日 平成11年(1999)8月27日

(51)Int.C1.^e

識別記号

G 02 F 1/35
H 01 S 3/10

F I

G 02 F 1/35
H 01 S 3/10

Z

審査請求 未請求 請求項の数7

O L

(全8頁)

(21)出願番号 特願平10-28693

(71)出願人 000000295

沖電気工業株式会社

(22)出願日 平成10年(1998)2月10日

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72)発明者 齋澤 聰子

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

(72)発明者 荒平 偵

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

(72)発明者 小川 洋

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

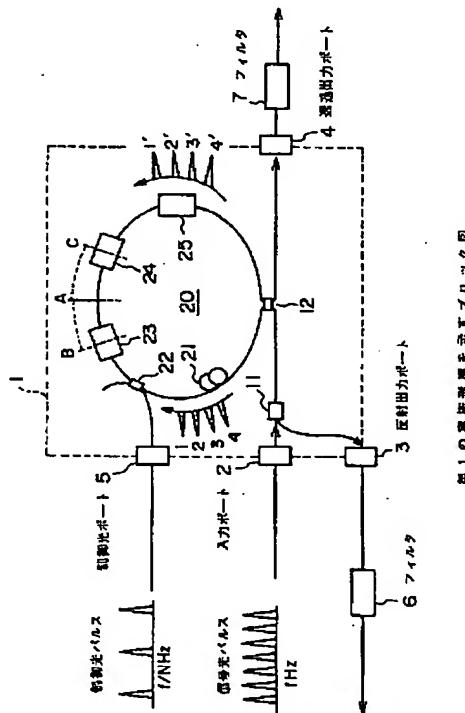
(74)代理人 弁理士 大西 健治

(54)【発明の名称】非線形ループミラー

(57)【要約】

【課題】 出力光パルスがいずれか一つの出力ポートに決定されるような、また、安定な強度の信号光が得られる非線形ループミラーを提供することを目的とする。

【解決手段】 入力された信号光パルスが、 2×2 光カプラ12で2分岐されてファイバーループミラー20に入力される。ループミラー中に非線形媒質23および24が配置されている。ループミラー中に制御光パルスが入力され、これら非線形媒質を通してことにより媒質のキャリア密度が変化する。これにより信号光パルスの位相および強度を変化させ、光カプラ12における干渉を利用してスイッチングを行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ファイバーレンジと、
入力光信号を 2 分岐して、相互に逆方向に進行する 1 対
の信号列を前記光ファイバーレンジに入力する分岐手段
と、
制御光信号を前記光ファイバーレンジに入力する制御信号
入力手段と、
前記光ファイバーレンジの光路上に配置される第 1 の非線形
媒質、および第 2 の非線形媒質とを有し、
前記制御光信号により前記第 1 および第 2 の非線形媒質
のキャリア密度を制御することにより、前記入力光信号
の位相の制御を行うことを特徴とする非線形ループミラー。

【請求項 2】 請求項 1 記載の非線形ループミラーであ
って、
前記第 1 、および第 2 の非線形媒質のうち、一方は前記
制御光パルスに対して吸収媒質として作用し、他方は前
記制御光パルスに対して利得媒質として作用するもので
あることを特徴とする非線形ループミラー。

【請求項 3】 請求項 2 記載の非線形ループミラーであ
って、
前記第 1 の非線形媒質、および第 2 の非線形媒質によ
つて位相が制御された前記 1 対の信号列は、前記分岐手段
において合成され、前記光ファイバーレンジから出力さ
ることを特徴とする非線形ループミラー。

【請求項 4】 請求項 3 記載の非線形ループミラーであ
って、
前記光ファイバーレンジは、透過出力ポートと反射出力ポ
ートとを有し、
前記光ファイバーレンジから出力される前記光信号は、前
記透過出力ポート、または前記反射出力ポートのいずれかに
スイッチングされることを特徴とする非線形ループミラー。

【請求項 5】 光ファイバーレンジと、
入力光信号を 2 分岐して、相互に逆方向に進行する 1 対
の信号列を前記光ファイバーレンジに入力する分岐手段
と、
制御光信号を前記光ファイバーレンジに入力する制御信号
入力手段と、
前記光ファイバーレンジの光路上に配置される第 1 の非線
形媒質、および第 2 の非線形媒質とを有し、
前記制御光信号により前記第 1 および第 2 の非線形媒質
のキャリア密度を制御することにより、前記入力光信号
の強度の制御を行うことを特徴とする非線形ループミラ
ー。

【請求項 6】 請求項 5 記載の非線形ループミラーであ
って、
前記第 1 、および第 2 の非線形媒質のうち、一方は前記
入力信号および前記制御光パルスに対して吸収媒質と
して作用し、他方は前記入力信号および前記制御光パルス

に対して利得媒質として作用するものであることを特徴
とする非線形ループミラー。

【請求項 7】 請求項 6 記載の非線形ループミラーであ
って、

前記第 1 の非線形媒質、および第 2 の非線形媒質によ
つて強度が制御された前記 1 対の信号列は、前記分岐手段
において合成され、前記光ファイバーレンジから出力さ
ることを特徴とする非線形ループミラー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、光通信、光情報
処理、光コンピュータ等の分野で用いられる非線形ル
ープミラーに関する。特に、全光学的スイッチや光クロック
抽出等に好適に応用される非線形ループミラーに関する。

【0002】

【従来の技術】文献名 : J. P. Sokoloff, et. al., "A
Terahertz Optical Asymmetric Demultiplexer", IEEE
Photonics Technology Letters, Vol.5, No. 7, pp787,
1993 年 7 月

【0003】超高速の全光学的光スイッチとして、たと
えば上記文献に記載される TOAD (Terahertz Optical A
symmetric Demultiplexer) が提案されている。TOAD
は、光ファイバーレンジ中に半導体光増幅器を配置し、こ
の半導体光増幅器の利得変動を利用する非線形ループミ
ラーの 1 種である。このような光ループミラーは、光時
分割多重や光時分割多重分離などの分野に応用される。

【0004】TOAD の原理を、より詳細に説明する。すな
わち TOAD では、入力光パルスをまず 2×2 カプラに入力
する。入力光パルスは、この 2×2 カプラによって 2 分
岐される。この結果、光ファイバーレンジ中に互いに逆方
向に伝搬する 1 対の光パルス列が発生する。この光ファ
イバーレンジ中に、さらに制御用光パルスを入力する。こ
の制御用光パルスによって、光ファイバーレンジ中の半導
体光増幅器の利得変動が生じる。従って、制御用光パル
スを入力するタイミングを適切に選定すれば、これら 1
対の光パルス列の利得および位相を互いに異ならせるこ
とができる。

【0005】このような 1 対の光パルス列が 2×2 カプラ
に戻ってきた時に、それぞれのパルスが干渉しあっ
て、透過出力ポートおよび反射出力ポートに光パルスが
現れる。ここでカプラの性質上、出力パルスそれぞれの
光強度は、1 対の光パルス列がそれぞれ受けた位相の変
動量に応じて定まる。従って、制御用光パルスの強度、
および入力タイミングを適切に選定すれば、入力光パル
スのうち、所望のタイミングの光パルスのみを取り出す
ことができる。このようにして TOAD は、入力光パルスの
ON-OFF 動作を行う全光学的光スイッチとして機能する。
このような構成の光スイッチは、スイッチング時間が半
導体のキャリアの遅い緩和時間の制限を受けることがな

い。従って、原理的に数ピコ秒の超高速のゲートの実現が可能である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、光ファイバーレープ中の半導体光増幅器の利得変動が緩慢であったり、その他の要因により、所望のタイミングのパルス以外のパルスの出力強度を完全に0にすることは難しい。この場合、パルスのスイッチングの消光が劣化する。また、半導体光増幅器の利得変動の回復が緩慢だと、得られる出力信号光の強度が変動する場合がある。

【0007】このような問題を鑑みて、この発明は、出力光パルスがいずれか一つの出力ポートに決定されるような、スイッチング消光のよい非線形ループミラーを提供することを目的とする。また、ループミラーの反射出力においても安定な強度の信号光が得られる非線形ループミラーを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】よって、この発明は、半導体のキャリア密度変化を利用した非線形ループミラーとして構成する。この光ファイバーレープには、信号と、制御用の光パルスとが入力される。入力された信号光パルスは、 2×2 光カプラで2分岐されてファイバーレープミラーに入力される。光ファイバーレープ中には2つの非線形媒質が配置されている。

【0009】この発明の第1の実施形態によれば、2つの非線形媒質のうち、一方は制御光パルスに対して吸収媒質として働き、他方は利得媒質として働く。これら非線形媒質は、信号光パルスに対しては透明である。第2の実施形態によれば、2つの非線形媒質は制御光パルスのみならず信号光パルスに対しても、吸収媒質あるいは利得媒質として働く。

【0010】これら非線形媒質を制御光パルスが通過することにより、媒質のキャリア密度が変化する。これにより信号光パルスの位相および強度を変化させ、光カプラ12における干渉を利用してスイッチングを行う。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を、図面を用いて説明する。図1は、この発明の第1の実施形態を示すブロック図である。

【0012】第1の実施形態の非線形ループミラー1は、半導体の非線形性を利用した非線形ループミラーである。この非線形ループミラー1は、信号光パルスが入力される入力ポート2を有する。また、信号光パルスが出力されるポートとして、反射出力ポート3、および透過出力ポート4を有する。非線形ループミラー1はさらに、制御光パルスが入力される制御光ポート5を有する。入力ポート2と反射出力ポート3には、光カプラ11が接続されている。この光カプラ11は、代わりに光サーチュレータを用いても良い。この実施形態においては、光カプラを用いるものとして以下説明する。

【0013】入力ポート2に入力された信号光パルスは、続いて光カプラ11に入力される。この光カプラ11は、信号光パルスを 2×2 光カプラ12に出力する。この 2×2 光カプラ12において、信号光パルスはファイバーレープミラー20に入力される。ファイバーレープミラー20から出力された信号光パルスは、 2×2 光カプラ12を介して、反射出力ポート3、ないし透過出力ポート4のいずれかに出力される。これら反射出力ポート3、および透過出力ポート4に現れた光出力は、それぞれフィルタ6、フィルタ7を介して出力される。これらのフィルタは光フィルタであり、出力された信号光パルス列以外の波長成分をカットするものである。

【0014】 2×2 光カプラ12には、偏波面コントローラ21、光カプラ22、利得媒質23、吸収媒質24、および光遅延器25が光ファイバにて接続され、ファイバーレープミラーを構成している。利得媒質23および吸収媒質24は非線形媒質である。利得媒質23は、信号光パルスの波長に対しては透明で、制御光パルスの波長に対しては利得を与える。第2の非線形媒質24は、信号光パルスの波長に対しては透明である。一方で非線形媒質24は、制御光パルスの波長に対しては、これを吸収して損失になる。

【0015】通常、信号光パルスの波長と、制御用光パルスの波長とは異なる。よって利得媒質23としては、たとえば半導体光増幅器を用いることができる。すなわち、制御光の波長に対する増幅度が大きく、一方で信号光パルスの波長に対する増幅度がほぼ0であるような特性の半導体光増幅器を用いることにより、利得媒質23が実現される。

【0016】逆に吸収媒質24としては、利得媒質23と同じ半導体光増幅器を用いることができる。この半導体光増幅器に駆動電流(バイアス)をかけずに用いれば、制御光の波長に対しては損失となり、一方で信号光パルスの波長に対しては透明となる。これで吸収媒質24が実現される。

【0017】制御光ポート5に入力された制御光は、光カプラ22に導かれる。この光カプラ22において、制御光はファイバーレープミラー内に導入される。

【0018】以下、この実施形態の非線形ループミラーの動作および機能について説明する。非線形ループミラー1の入力ポート2には、繰り返し周波数f(Hz)の信号光パルスが入力される。一方、制御光ポート5には制御光パルスが入力される。この制御光パルスは、信号光パルスの $1/N$ (Nは整数)の繰り返し周波数を有する。これらの信号光パルスと制御光パルスとは同期している。

【0019】入力ポート2に与えられた信号光パルスは、 2×2 光カプラ12において2分岐され、ファイバーレープミラー20内に入力される。この結果ファイバーレープミラー20内には、互いに逆向きに進行する1対の

信号光パルス列が発生することになる。すなわち、右回りに進行する第1のパルス1、2、3、…N、および左回りに進行する第2のパルス1'、2'、3'、…N'である。

【0020】以下、図1に加えて図2のタイムチャートを用いて動作を説明する。図2(a)は、利得媒質23における信号光パルス列、および制御光パルス列の到達タイミングを示している。さらに、利得媒質23において超高速光パルスが受ける位相変化量を示している。図2(b)は、吸収媒質24における信号光パルス列、および制御光パルス列の到達タイミングを示している。また、吸収媒質24において超高速光パルスが受ける位相変化量を示している。そして図2(c)には、反射出力ポート3、および透過出力ポート4に現れる透過出力および反射出力が示されている。

【0021】ファイバーブリーマー20の光学距離の中心位置をA、利得媒質23の位置をB、そして吸収媒質24の位置をCとする。ここで前述したとおり、利得媒質23、吸収媒質24とともに、信号光パルス列に対しては透明である。従って、信号光パルス列がこれら非線形媒質を通過した場合、信号パルス列の強度は変化しない。

【0022】ここで利得媒質23に着目するならば、第1のパルス列の最初のパルス1が到達した時点から時間Tの経過後に、第2のパルス列の最初のパルス1'が到達する。ここで時間Tとは、パルス1'がCからBまでの距離を進行するのに要する時間を意味する。ここで利得媒質23において、パルス1が到達し、時間T経過後にパルス1'が到達し、この時間Tの間(すなわちパルス1の到達後、パルス1'の到達前)に、制御光パルスが通過するよう、制御光パルス列の供給タイミングを制御する。

【0023】利得媒質23は、制御パルス光にとって利得媒質となる。このため、制御パルス光の通過によって利得媒質23のキャリア密度が急激に減少し、その後ゆっくり回復する。この結果、制御光パルスの通過前に利得媒質23に到達していたパルス1は、位相変化 Φ_g を受ける。しかし、制御光パルスが通過して利得媒質23のキャリア密度が変化した後に利得媒質23に到達したパルス1'は、位相変化 $\Phi_g + \Delta\Phi_g$ を受ける。このように、パルス1とパルス1'との間では、利得媒質23のキャリア密度の変化に応じて、位相が $\Delta\Phi_g$ 異なる。

【0024】次に吸収媒質24に注目すると、まずパルス1'が到達する。次にパルス1が到達する。制御光パルスは、先に利得媒質23を通過してから時間T'の経過後、吸収媒質24に到達する。ここで時間T'とは、制御光パルスがBからCまでの距離を進行するのに要する時間を意味する。すなわち吸収媒質24においては、まずパルス1'が到達し、次にパルス1、そして最後に

制御光パルスが通過する。

【0025】このようなタイミングとなるように、光遅延器25の特性、また吸収媒質24の位置を適切に決定する。吸収媒質24は、制御光パルスにとっては吸収媒質となる。このため、制御光パルスの通過によって吸収媒質24のキャリア密度が急激に増加し、その後にゆっくり緩和する。

【0026】この結果、利得媒質23におけると同様、信号光パルスの位相が変化する。すなわち、最初に吸収媒質24に到達したパルス1'は、位相変化 $\Phi_a + \Delta\Phi_a$ を受ける。次に吸収媒質24に到達したパルス1は、位相変化 Φ_a を受ける。このように、パルス1とパルス1'では、吸収媒質24のキャリア密度の変化に応じて、位相が $\Delta\Phi_a$ 異なる。

【0027】こうして、利得媒質23、そして吸収媒質24の影響を受けた1対の信号光パルスがファイバーブリーマーを1周して、2×2光カプラ12で干渉する。この出力の光強度は、以下の式で表される。

【数1】

$$I_R = \frac{I_{in}}{2} \left\{ (2g - \Delta g) + 2\sqrt{g(g - \Delta g)} \cos(\Delta\phi) \right\}$$

【数2】

$$I_R = \frac{I_{in}}{2} \left\{ (2g - \Delta g) + 2\sqrt{g(g - \Delta g)} \cos(\Delta\phi + \pi) \right\}$$

ここで、 $\Delta\Phi = \Delta\Phi_g + \Delta\Phi_a$ 、 $g = 1$ 、 $\Delta g = 0$ である。

【0028】従って、パルス1とパルス1'については $\Delta\Phi$ が0または π になり、パルス2、またパルス2'以降では $\Delta\Phi$ が0になるよう、利得媒質23と吸収媒質24とを組み合わせる。そうすれば、1つの非線形媒質を通過する際に受ける、キャリア密度の遅い回復に起因する位相差を、もう1つの非線形媒質を通過する際に受け位相差でバランスすることができる。

【0029】これを図で示すならば、図2(c)のように、1からNまで周期的に繰り返されるパルスのうち、パルス1のみを透過出力ポートに、他のパルスを反射出力ポートに出力することができる。この時、時間幅Tのゲートでパルス1のみがスイッチングされていることになる。

【0030】このように、第1の実施形態の構成では、スイッチングのゲート時間と出力ポートは吸収媒質で制御され、出力パルスは2つの出力ポートうちのいずれか1つのポートのみに出力される。ここではパルス1とパルス1'との間のタイミングで制御光パルスを与えたが、制御光パルスのタイミングによってパルス2以降(パルス2、3、…N)の任意のパルスをスイッチングすることができる。

【0031】次に、この発明の第2の実施形態を図3に

示す。第2の実施形態においては、基本的な構成は第1の実施形態におけると同様である。しかし、この第2の実施形態では、利得媒質31は、信号光パルスと制御光パルスのいずれに対しても利得となる。また吸収媒質32は、信号光パルスと制御光パルスのいずれに対しても損失となる。利得媒質31としては、たとえば半導体光増幅器などに電流を注入して使用する。吸収媒質32としては、同様の半導体光増幅器などに電流を注入しないで使用する。

【0032】以下、第2の実施形態の非線形ループミラーの動作および機能について説明する。非線形ループミラー1の入力ポート2には、繰り返し周波数f(Hz)の信号光パルスが入力される。一方、制御光ポート5には制御光パルスが入力される。この制御光パルスは、信号光パルスの $1/N$ (Nは整数)の繰り返し周波数を有する。ここでは簡単のために、N=4の場合を例に以下説明する。これらの信号光パルスと制御光パルスとは同期している。

【0033】以下、図3に示すブロック図、および図4のタイムチャートを用いて動作を説明する。図4(a)には、利得媒質31における信号光パルス列、および制御光パルス列の到達タイミングと、利得媒質31のキャリア密度の変化が示されている。図4(b)には、吸収媒質32における信号光パルス列、および制御光パルス列の到達タイミングと、吸収媒質32のキャリア密度の変化が示されている。そして図4(c)には、反射出力ポート3に現れる透過出力および反射出力が示されている。

【0034】信号光パルスが 2×2 光カプラ12において2分岐され、ファイバーループミラー20内には互いに逆向きに進行する1対の信号光パルス列が発生する。ここで利得媒質31に着目すると、まずパルス1が到達し、この時点から時間T遅れてパルス列1'が到達する。この時間Tの間に、制御光パルスが利得媒質31に入力されるよう、制御光パルスのタイミングを設定する。制御光パルスが利得媒質31に入力されると、媒質内のキャリア密度が急激に減少する。そのため媒質の屈折率が変化し、その影響でパルス1'の位相が変化する(図4(a))。

【0035】ここで制御光パルスの強度を、利得媒質31においてパルス1'に生じる位相変化量が π になるような強度に設定する。その結果、1対の信号光パルスがファイバーループを1周して 2×2 光カプラ12で干渉する際に、透過出力ではパルス1とパルス1'の位相差は 2π となって強め合う。一方反射出力では、両者の位相差が π となり打ち消し合う。

【0036】ここで、干渉する時点でパルス1とパルス1'の強度が等しければ、干渉出力は透過出力7だけに現れることになる。ただし、利得媒質31のキャリア密度の減少は利得の減少でもある。そのため利得媒質31

を通過した後のパルス1とパルス1'には強度差が生じている。この差の分は2等分されて、透過出力と反射出力とに半分ずつ出力される。

【0037】次に、パルス1から時間 $4/f$ 秒遅れて、パルス2が利得媒質31に到達する。さらに、その時点からT遅れて、パルス2'が利得媒質31に到達する。ここで、 $T < 1/f < 4/f$ であれば、利得媒質31のキャリアの回復時間に対して、パルス2の後にパルス2'が到達するまでの時間間隔が十分短い。したがって、パルス2とパルス2'それぞれに生じる位相変化量の差、および強度の差は小さい。

【0038】このように、利得媒質31が、ファイバーループ中を相互に逆向きに伝播した1対のパルス間(たとえばパルス2とパルス2'、パルス3とパルス3')の位相差に与える影響が小さいときには、 2×2 光カプラ12で干渉した結果、透過出力はほぼ打ち消しあい、干渉出力の大部分が反射出力に現れる(図4(c))。

【0039】しかし、信号光パルスの繰り返しの時間間隔は、利得媒質31のキャリア密度の回復時間に対して比較的に長い。したがって、制御光パルスの後に利得媒質31に到達した信号光パルス(パルス2以降)は、利得媒質31のキャリアが回復するにつれてより大きく増幅される。そのため、光ファイバーループ20中に仮に利得媒質31のみが配置されている場合には、ループミラーの反射出力に現れるパルス2から4のパルス光強度に、主に利得媒質31の利得の変化に起因する強度差が生じる(図4(a)参照)。

【0040】一方、吸収媒質32に注目すれば、制御光パルスは利得媒質31を通過してから時間T'経過後に吸収媒質32に到達する。そこで、吸収媒質32の位置Cを適当に調節すれば、パルス1'、次いでパルス1が吸収媒質32に到達し、次にパルス2'が到達するよりも前に、制御光パルスが吸収媒質32に到達するようになる。

【0041】この場合には、信号光パルス1とパルス2'との間に制御光パルスが吸収媒質32に吸収される。これにより、吸収媒質32のキャリア密度が急激に増加する。その影響で、信号光パルス2'以降に吸収媒質32に到達したパルスの受ける吸収損失は、吸収媒質32のキャリアが回復するにつれてより大きな損失を受けて減少する。同時に、パルスの位相変化が引き起こされる。

【0042】しかし 2×2 光カプラ12で干渉するパルスどうし(たとえばパルス1とパルス1')の時間間隔に対して、吸収媒質32のキャリア密度が回復する時間が十分遅いとすれば、位相変化量の差は干渉するパルス間では十分小さいと見なすことができる。このような場合には、 2×2 光カプラ12の干渉出力は吸収媒質32には影響されず、利得媒質31で受けた位相変化量に応じて決まると考えることができる。

【0043】一方パルス強度に関しては、前述した通りパルス2以降では徐々に光強度は小さくなる。従って、吸收媒質32の吸収係数を適当に設定すれば、利得媒質31を通過することによってパルス1以降の信号光パルス(パルス2、3、4...)に生じる強度の変動を、吸收媒質32で受ける損失とバランスすることができる。

【0044】この結果、反射出力ポート3に現れる信号光パルス(パルス2、3、4...)のパルス光強度は一定となる。たとえば非線形ループミラーを光時分割多重に応用する場合など、ループミラーの反射出力を利用する場合には、この実施形態のループミラーを用いれば強度変動のない安定な光データ信号を得ることができる。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば出力光パルスがいずれか一つの出力ポートに決定される、スイッチング消光のよい非線形ループミラーが得られる。また、光強度変動のない安定な光データ信号を得

ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態のブロック図である。

【図2】第1の実施形態の動作を説明するタイムチャートである。

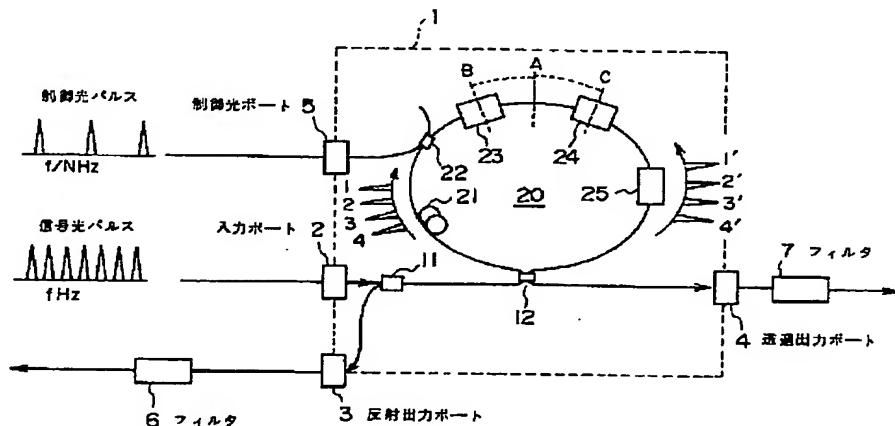
【図3】この発明の第2の実施形態のブロック図である。

【図4】第2の実施形態の動作を説明するタイムチャートである。

【符号の説明】

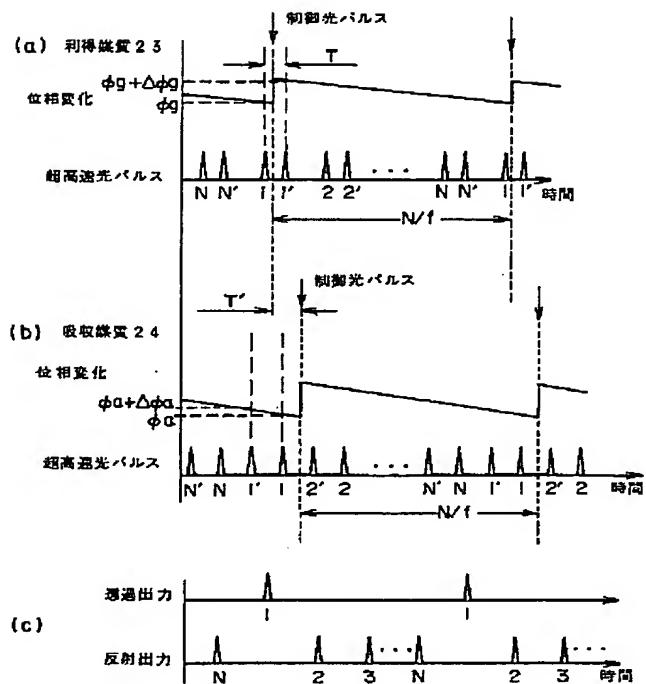
1	…	非線形ループミラー
2	…	入力ポート
3	…	反射出力ポート
4	…	透過出力ポート
5	…	制御光ポート
20	…	ファイバーループミラー
23、31	…	利得媒質
24、32	…	吸収媒質

【図1】



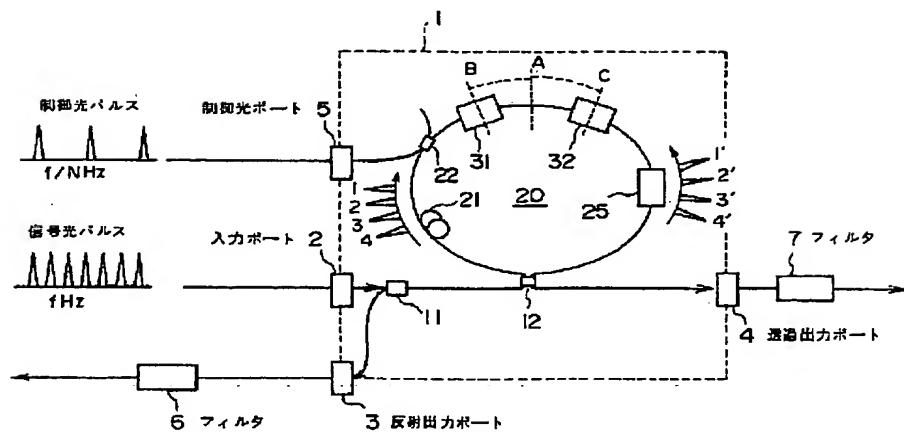
第1の実施形態を示すブロック図

【図2】



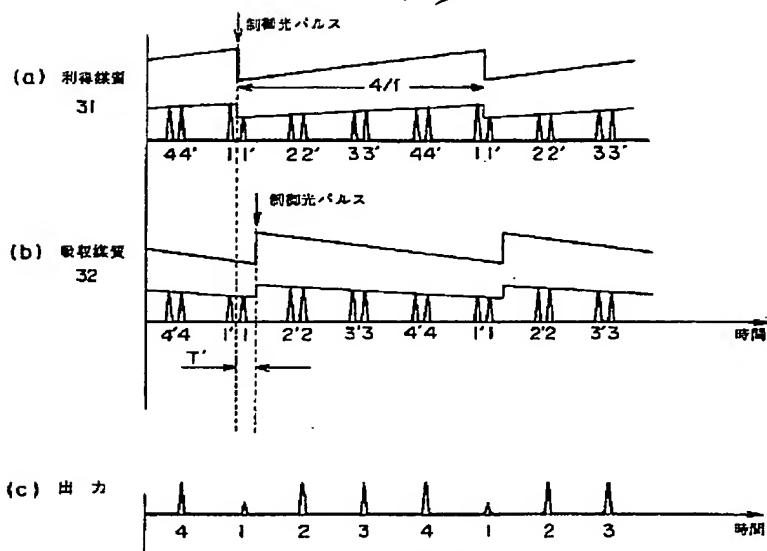
第1の実施形態の動作

【図3】



第2の実施形態を示すブロック図

【図4】



第2の実施形態の動作